

PCT/JP2004/014910

日 本 国 特 許 庁 21.10.2004
JAPAN PATENT OFFICE

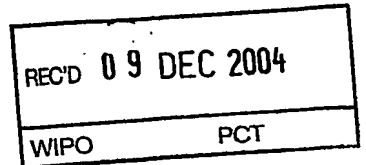
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2004年 9月28日
Date of Application:

出 願 番 号 特願2004-282579
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2004-282579]

出 願 人 住友電工ハードメタル株式会社
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

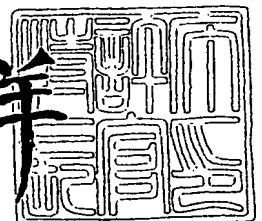


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3107492

【書類名】 特許願
【整理番号】 104I0153
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B01J 3/06
C01B 31/06

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電工ハードメタル株式
会社内
【氏名】 小林 豊

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電工ハードメタル株式
会社内
【氏名】 川手 克之

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電工ハードメタル株式
会社内
【氏名】 中島 猛

【特許出願人】
【識別番号】 503212652
【氏名又は名称】 住友電工ハードメタル株式会社

【代理人】
【識別番号】 100078813
【弁理士】
【氏名又は名称】 上代 哲司
【電話番号】 06-6966-2121

【選任した代理人】
【識別番号】 100094477
【弁理士】
【氏名又は名称】 神野 直美
【電話番号】 06-6966-2121

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 199027
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0402398

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

超高圧高温下において温度差法によって合成される合成単結晶ダイヤモンドであって、結晶中に原子置換型で侵入したニッケルを含有することを特徴とする合成単結晶ダイヤモンド。

【請求項 2】

前記ニッケルの含有量が、0.01～10 ppmであることを特徴とする請求項 1 に記載の合成単結晶ダイヤモンド。

【請求項 3】

窒素の含有量が、0.01～3 ppmであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の合成単結晶ダイヤモンド。

【請求項 4】

工具に使用される合成単結晶ダイヤモンドであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の合成単結晶ダイヤモンド。

【請求項 5】

前記工具の刃先に使用される合成単結晶ダイヤモンドであって、チタンが含まれる活性ロウ材により工具本体に取付けられていることを特徴とする請求項 4 に記載の合成単結晶ダイヤモンド。

【請求項 6】

宝飾品に使用される合成単結晶ダイヤモンドであることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の合成単結晶ダイヤモンド。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の合成単結晶ダイヤモンドが用いられていることを特徴とするダイヤモンド工具。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の合成単結晶ダイヤモンドが用いられていることを特徴とするダイヤモンド宝飾品。

【請求項 9】

超高圧高温下において温度差法によって単結晶ダイヤモンドを合成する方法であって、鉄、コバルトの少なくとも 1 種と、36 重量%以上のニッケルと、1～2 重量%のチタンと、3～5.5 重量%の黒鉛からなる溶媒を使用することを特徴とする単結晶ダイヤモンドの合成方法。

【請求項 10】

種結晶の種面は、ダイヤモンド結晶の(100)面であることを特徴とする請求項 9 に記載の単結晶ダイヤモンドの合成方法。

【請求項 11】

合成温度は、 1380 ± 25 ℃であることを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載の単結晶ダイヤモンドの合成方法。

【請求項 12】

合成速度は、 $3.9 \sim 4.7$ mg/hrであることを特徴とする請求項 9 ないし請求項 11 のいずれかに記載の単結晶ダイヤモンドの合成方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】合成単結晶ダイヤモンド

【技術分野】

【0001】

本発明は合成単結晶ダイヤモンドに関し、特に結晶中にニッケルを置換型で含有する合成単結晶ダイヤモンドに関する。

【背景技術】

【0002】

ダイヤモンドは、非常に硬度が高いこと、非常に熱伝導率が良好なこと、屈折率が大きいため美しく輝くこと等のため、工業用や宝飾用に広く利用されている。しかしながら、天然産のものは非常に高価であるため、工業的に製造されたダイヤモンドが工業用の用途を中心に広く用いられている。このような工業的に製造されたダイヤモンドは、超高压高温下で結晶を成長させる温度差法等により合成して製造されるのが一般的である（特許文献1～特許文献7）。

【特許文献1】特開昭60-12747号公報

【特許文献2】特開平5-137999号公報

【特許文献3】特開平5-138000号公報

【特許文献4】特開平5-329356号公報

【特許文献5】特開平6-182182号公報

【特許文献6】特開平6-182184号公報

【特許文献7】特開平7-116494号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

温度差法により合成されたダイヤモンドは、前記特許文献2ないし特許文献6等にも記載されているように、特別の窒素ゲッターを添加された溶媒金属を使用しない限り、溶媒中の窒素が結晶内に取込まれて黄色く着色してしまう。

また、この窒素は原子置換型の不純物であり、しかも窒素原子は炭素原子よりも寸法が大きいため、ダイヤモンドの立方晶の結晶構造を部分的に歪ませてしまう。その結果、ダイヤモンドの硬度や熱伝導度が低下する。

【0004】

これらの性質の低下は、工業用としての使用、特に工具の刃先として使用したときには、直接的に製品の耐研磨性や耐摩耗性等の劣化につながるだけでなく、製造過程においても問題を発生させ、ひいては間接的にも製品の性能の劣化につながる。

すなわち、刃先にするための研磨時の摩擦で生じた熱が、熱伝導度が低下した分逃げ難くなり、刃先の先端が過度に加熱され、酸化される。またこのため、刃先の作用部に通常セクタと呼ばれる0.04mm程度の段差が生じ、これが刃先の作用部に生じると工具としての刃立ち性が悪くなり、製品の被削面の仕上げ精度が低下する原因となる。

【0005】

また、ダイヤモンドの色が透明や青や赤と異なり黄色、特に濃黄色を呈すれば、宝飾品としての価値が低くなる。また光学部品やレーザー窓にも使用することが困難となる。

【0006】

一方、窒素のダイヤモンド結晶内への侵入を防ぐため、製造時に溶媒金属中にアルミニウム（Al）、チタン（Ti）、ジルコニウム（Zr）等の窒素ゲッターを添加しておく方法が種々開発されている。これらの方法では、窒素含有量が少ない、しかも無色透明なダイヤモンドが得られる。しかし、溶媒中に生じたこれらゲッターの炭化物がダイヤモンド結晶中に取込まれないようにするためには、結晶の成長速度を落とす必要がある。これについても、前記特許文献2ないし特許文献7に記載されているように、種々工夫がなされているが、現在のところ、成長速度は最大で2mg/h rないし2.5mg/h rである。このため、製造コストが増加する。

【0007】

以上のため、工業用、特に工具用に、不純物の窒素の含有量が少ない、そして安価な合成単結晶ダイヤモンドの開発が望まれていた。

また、宝飾用に美しい色彩の、そして安価な合成単結晶ダイヤモンドの開発が望まれていた。

また、それらの合成単結晶ダイヤモンドを使用した工具や宝飾品が、要望されていた。

以上の他、工具の刃先として使用する場合にはシャンク等工具本体へのロウ付けが容易であること等の要望を充たす技術の開発が望まれていた。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、以上の課題を解決することを目的となされたものである。

請求項1に記載の発明は、超高压高温下において温度差法によって合成される合成単結晶ダイヤモンドであって、結晶中に原子置換型で侵入したニッケルを含有することを特徴とする合成単結晶ダイヤモンドである。

【0009】

本発明においては、溶媒中にニッケルを多く含有させたため、淡緑色を呈する合成単結晶ダイヤモンドとなる。併せて、合成単結晶ダイヤモンド中に原子置換型で侵入する窒素が減少するため、結晶歪が小さくなり、合成単結晶ダイヤモンドの硬度、耐摩耗性が向上する。

【0010】

含有窒素量が減少することにより、工具等に使用した場合、刃先へ加工する時の過度の過熱に基づく酸化による劣化が抑制されるため、刃立ち性が向上する。

【0011】

次に、前記ニッケル量は、0.01~10ppmであることが好ましい。

ニッケル量が、10ppm以下であれば、合成単結晶ダイヤモンドの硬度、耐摩耗性、刃立ち性に悪影響を及ぼさず、また合成単結晶ダイヤモンドに美しい淡緑色を呈させる。

また、10ppmを超えると、過剰な歪のため、本願発明の作用、効果が発揮しにくく、色も黒くなる。

一方、0.01ppm未満であると、合成単結晶ダイヤモンドの強度等の機械的、物理的な品質面からは好ましいが、製造にコストと時間がかかる。

さらに、薄い緑色を呈する面からは、少なくとも1ppm含有されているのが好ましい。

【0012】

請求項2に記載の発明は、この好ましい態様に該当するものであり、前記ニッケルの含有量が、0.01~10ppmであることを特徴とする請求項1に記載の合成単結晶ダイヤモンドである。

【0013】

また、含有窒素量については、0.01~3ppmであることが好ましい。

この範囲であれば、前記した硬度や耐摩耗性の向上等の効果が充分に得られると共に、製造コストを抑えることができる。

【0014】

請求項3に記載の発明は、この好ましい態様に該当するものであり、窒素の含有量が、0.01~3ppmであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の合成単結晶ダイヤモンドである。

【0015】

前記の通り、本発明は、工具に使用する合成単結晶ダイヤモンドに適用することにより、硬度の向上等の効果を大きく発揮する。

【0016】

請求項4に記載の発明は、この好ましい態様に該当するものであり、工具に使用される合成単結晶ダイヤモンドであることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記

載の合成単結晶ダイヤモンドである。

【0017】

本発明の合成単結晶ダイヤモンドを工具の刃先に使用する場合、ロウ材を使用してシャンクにロウ付けするに際して、チタンが含まれる活性ロウ材を用いることが比較的低温でロウ付けすることが出来るため好ましい。

【0018】

請求項5に記載の発明は、この好ましい態様に該当し、前記工具の刃先に使用される合成単結晶ダイヤモンドであって、チタンが含まれる活性ロウ材により工具本体に取付けられていることを特徴とする請求項4に記載の合成単結晶ダイヤモンドである。

【0019】

本発明の合成単結晶ダイヤモンドは、窒素含有量が極めて少なく、ニッケルを含有させているため濃黄色を呈さず淡緑色を呈する。このため、宝飾品として使用することが好ましい。

【0020】

請求項6に記載の発明は、この好ましい態様に該当し、宝飾品に使用される合成単結晶ダイヤモンドであることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の合成単結晶ダイヤモンドである。

【0021】

前記の通り、本発明の合成単結晶ダイヤモンドを使用した工具は、高い硬度、高い耐磨耗性の工具として長寿命化等の効果を得ることができる。このような工具としては、バイト、ドレッサー等が挙げられる。また、本発明の合成単結晶ダイヤモンドを使用した宝飾品は淡緑色に輝く宝飾品として高い評価を得ることができる。

請求項7および請求項8に記載の発明は、前記の態様に該当するものである。

【0022】

請求項7に記載の発明は、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の合成単結晶ダイヤモンドが用いられていることを特徴とするダイヤモンド工具である。

【0023】

また請求項8に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の合成単結晶ダイヤモンドが用いられていることを特徴とするダイヤモンド宝飾品である。

【0024】

請求項9に記載の発明は、超高压高温下において温度差法によって単結晶ダイヤモンドを合成する方法であって、鉄、コバルトの少なくとも1種と、36重量%以上のニッケルと、1~2重量%のチタンと、3~5.5重量%の黒鉛からなる溶媒を使用することを特徴とする単結晶ダイヤモンドの合成方法である。

【0025】

本発明においては、溶媒に1~2重量%、好ましくは1.5重量%程度含有されているチタンが不純物として含まれる窒素と反応して、窒素がダイヤモンド結晶内に侵入することを阻止する。また、銅等のインクルージョンの発生を防止する元素が添加されていなくても、前記チタンがインクルージョンとしてダイヤモンド結晶内に侵入することはない。これは、溶媒中に、周期律表で銅に極めて近い位置を占めるニッケルが36重量%、好ましくは40重量%程含有されているからであると推測される。一方、ニッケルが原子置換型の不純物として10ppm以下ダイヤモンド結晶内に侵入する。

【0026】

また、種結晶の種面は、(100)面であることが、結晶の成長の面等から好ましい。請求項10に記載の発明は、この好ましい態様に該当するものであり、種結晶の種面は、ダイヤモンド結晶の(100)面であることを特徴とする請求項9に記載の単結晶ダイヤモンドの合成方法である。

【0027】

また、合成温度は、原子置換型不純物としてのニッケルのダイヤモンド結晶内への適度の侵入等の面から1380±25℃が好ましい。

請求項 11 に記載の発明は、この好ましい態様に該当するものであり、合成温度は、 $1380 \pm 25^{\circ}\text{C}$ であることを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載の単結晶ダイヤモンドの合成方法である。

【0028】

また、合成速度は、経済性、原子置換型不純物としてのニッケルのダイヤモンド結晶内への適度の侵入等の面から $3.9 \sim 4.7 \text{ mg/hr}$ であることが好ましい。

請求項 12 に記載の発明は、この好ましい態様に該当するものであり、合成速度は、 $3.9 \sim 4.7 \text{ mg/hr}$ であることを特徴とする請求項 9 ないし請求項 11 のいずれかに記載の単結晶ダイヤモンドの合成方法である。

【発明の効果】

【0029】

本発明の合成単結晶ダイヤモンドは、合成単結晶ダイヤモンド中に原子置換型で侵入した窒素が少なく、このため結晶歪が小さくなり、硬度と耐磨耗性が向上し、好ましい工具を製造することができる。また、溶媒中にニッケルを含有させているため、淡緑色を呈するため、高い価値を有する宝飾品を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明をその最良の実施の形態に基づいて説明する。

なお、本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではない。本発明と同一および均等の範囲内において、以下の実施の形態に対して種々の変更を加えることが可能である。

【0031】

(合成について)

先ず、ダイヤモンドの合成について説明する。

図 1 に、本実施の形態のダイヤモンドの合成装置を示す。図 1 において、11 は炭素源、12 は溶媒金属、13 は種結晶、14 は絶縁体、15 は黒鉛ヒータ、16 は圧力媒体である。

【0032】

炭素源 11 には、黒鉛を使用した。溶媒金属 12 としては、必須の成分としてニッケルを 42 重量%、窒素ゲッターとしてチタンを 1.5 重量%含む。

残りは鉄が 53 重量%、コバルトが 5 重量%、黒鉛が 4.5 重量%であり、これらは全て粒径 50 から 100 ミクロンの高純度粉末を用いた。なお、鉄、コバルトの配合比率はかなりの自由度がある。

また、種結晶としては、合成ダイヤモンドの砥粒の (100) 面を種面とした。

この下で、 5.5 GPa 、 1380°C で、炭素源と種結晶の温度差は 30°C として、70 時間保持し、1.5 カラット (1 カラットは、 200 mg である) の単結晶ダイヤモンドを 10 個合成した。

【0033】

得られた単結晶ダイヤモンドは、(100) 面が大きく、紫外可視スペクトルおよび赤外スペクトルの吸収を測定して、窒素は 3 ppm 以下であり、ニッケルは 10 ppm 以下であることを確認した。ただし、淡緑色がついているため、ニッケルは少なくとも淡緑色がつき始める濃度である 1 ppm は含まれており、 $1.5 \sim 2 \text{ ppm}$ は含まれているものと思われる。

また、偏光顕微鏡による観察では、内部歪がほとんどなかった。

さらに、X 線トポグラフによる観察では、結晶欠陥はほとんどなかった。

【0034】

(工具の刃先の製造)

次に、本発明の合成ダイヤモンドを、工具の刃先に使用することについて説明する。

上述の合成ダイヤモンドを加工して、刃先用に長さ 5 mm 、幅 1 mm 、厚さ 1 mm の合成単結晶ダイヤモンド素材を製作した。さらに、この素材をシャンクにロウ付けした。なお、このロウ付けには、チタンを含む活性ロウ材を用いた。チタンを含む活性ロウ材は、

比較的低温でロウ付けが可能であり、このため単結晶ダイヤモンド表面の熱劣化が少なくなる。

また、バイト先端部に熱応力が残留しないよう、ロウ層の厚さは $100\mu\text{m}$ 以上とした。

さらに、ロウ付け面を確保するため、ダイヤモンド素材の上下面は (100) とした。しかる後、高速回転する研磨装置を用いて、先端 $R100\mu\text{m}$ 、先端角 30° 、すくい角 20° のダイヤモンドバイトの刃先を形成した。この刃先先端は、 $1\mu\text{m}$ 以上の欠けがなく、鋭利であることを確認した。

【0035】

この刃先を、図2に示す。図2において、21は刃先の合成単結晶ダイヤモンドである。Rは先端の直径であり、すくい角 α は 20° であり、先端角 β は 30° である。22は、チタンを含むロウ付け層である。23は、シャンク先端である。

【0036】

このダイヤモンドバイトを精密旋盤に取付け、被切削部直径 5mm 、回転速度 3000rpm 、送り速度 $0.3\mu\text{m}/\text{r}$ 、切り込み $0.1\mu\text{m}$ の切削条件で、金属金型表面にめっきされたニッケルを精密切削し、高精度な鏡面を得た。

従来の合成単結晶ダイヤモンドを使用したものでは、同じ切削条件での工具寿命は58個であったが、本発明品の工具寿命は93個であった。

この結果、本発明の合成単結晶ダイヤモンドは、工具の刃先用の素材として好適であることが確認できた。

【0037】

(ドレッサの製造)

次に、本発明の合成単結晶ダイヤモンドを、ドレッサに使用することについて説明する。

上述の装置、方法で合成したダイヤモンドの原石を (111) 面に沿って厚さ 0.8mm にへき開し、レーザにて切断して、長さ 3mm 、幅 0.8mm 、厚さ 0.8mm の短冊状の素材を製作した。この短冊状の素材3個をニッケルを主成分とする焼結用の粉末中に配置し、焼結した。

なお、短冊状の素材は、長面部分がへき開面 (111) およびレーザ切断面 (110) となり、ドレッシング面が (211) 面となるようにしている。このため、短冊状の素材からなる試験片の端面がドレッシング面となるので、研磨方向 $\langle 110 \rangle$ と平行になる。

【0038】

このドレッサを、図3に示す。図3において、31は短冊状の合成単結晶ダイヤモンド素材であり、32はその焼結部である。

【0039】

このドレッサを、砥石周速 1500rpm 、砥石SN80N8V51S（ノリタケ製、 $405 \times 50 \times 127\text{mm}$ ）、切込量 $0.1\text{mm}/\text{pass}$ 、送り $0.5\text{mm}/\text{rev}$ の湿式条件（研削油：ノリタケクールNK88）で、砥石の回転軸に平行な方向へ20分往復運動させてドレッシングを行って磨耗量を測定した。

また、同じ条件で従来の合成単結晶ダイヤモンドを使用したドレッサについても磨耗量を測定した。その結果は、表1の通りであり、本発明の合成単結晶ダイヤモンドは、従来の合成単結晶ダイヤモンドより磨耗量が著しく少なく、ドレッサ素材として好適であることが確認できた。

【0040】

【表 1】

	面方位	ドレッシング方向	磨耗量 (10^{-3}mm^3)
従来品	(2 1 1)	$\langle 1 1 0 \rangle$	13.5
本発明品	(2 1 1)	$\langle 1 1 0 \rangle$	9.8

【0041】

(宝飾用への使用)

最後に、本発明の合成単結晶ダイヤモンドの宝飾品への使用について説明する。

上述の装置、方法で合成した1.55カラットのダイヤモンドを、スカ이프研磨盤によってラウンドブリリアンカット加工を施した。

得られた0.45カラットの宝飾用のダイヤモンドは、欠け、割れは一切なく、やや緑色を呈した鮮やかなダイヤモンドであった。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図1】本発明の合成単結晶ダイヤモンドの合成装置の概念図である。

【図2】本発明の合成単結晶ダイヤモンドを使用した工具の刃先を示す図である。

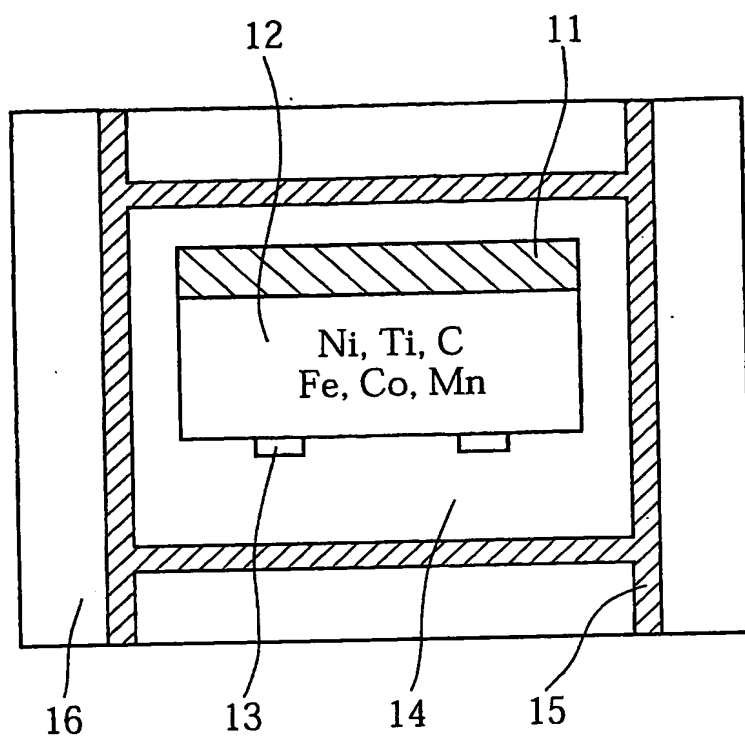
【図3】本発明の合成単結晶ダイヤモンドを使用したドレッサの図である。

【符号の説明】

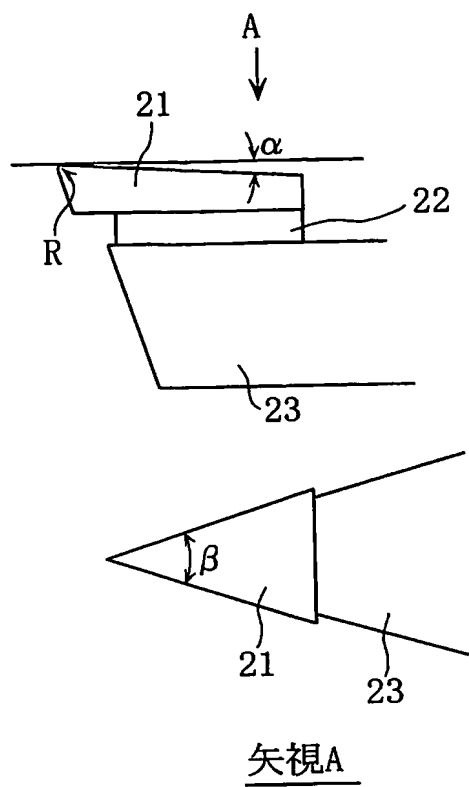
【0043】

- 11 炭素源
- 12 溶媒金属
- 13 種結晶
- 14 絶縁体
- 15 黒鉛ヒータ
- 16 圧力媒体
- 21 合成単結晶ダイヤモンドの刃先
- 22 ロウ付け層
- 23 シャンク先端
- 31 合成単結晶ダイヤモンドのドレッサ
- 32 焼結部

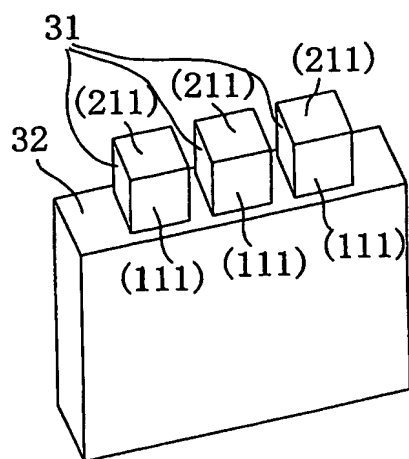
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】高硬度と高耐摩耗性の合成単結晶ダイヤモンドを提供する。また、淡緑色の合成単結晶ダイヤモンドを提供する。

【解決手段】超高圧高温下において温度差法によって合成される単結晶ダイヤモンドであって、結晶中に原子置換型で侵入したニッケルを含んでいることを特徴とする合成単結晶ダイヤモンドである。特に、前記ニッケルの含有量が、0.01～10ppmであり、窒素の含有量が、0.01～3ppmであることを特徴とする合成単結晶ダイヤモンドである。

【選択図】 なし



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-282579
受付番号	50401649018
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0095
作成日	平成16年 9月29日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 9月28日



【書類名】 出願人名義変更届
【整理番号】 104I0153
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2004-282579
【承継人】
 【識別番号】 000002130
 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社
【承継人代理人】
 【識別番号】 100078813
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 上代 哲司
 【電話番号】 06-6966-2121
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 199027
 【納付金額】 4,200円
【提出物件の目録】
 【包括委任状番号】 0217319



認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-282579
受付番号	50401698419
書類名	出願人名義変更届
担当官	兼崎 貞雄 6996
作成日	平成16年11月 8日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年10月 5日



特願 2 0 0 4 - 2 8 2 5 7 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [5 0 3 2 1 2 6 5 2]

1. 変更新月日	2 0 0 3 年 6 月 1 1 日
[変更理由]	新規登録
住 所	兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号
氏 名	住友電工ハードメタル株式会社

特願 2 0 0 4 - 2 8 2 5 7 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更新月日
[変更新理由]
住 所
氏 名

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日
新規登録
大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号
住友電気工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.